

PCT
 WELTOORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRÄG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation 7 : B32B 15/08, 5/08, 3/18, B64C 1/12, 1/06	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/56541
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 28. September 2000 (28.09.00)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/00790</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 20. März 1999 (20.03.99)</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten außer US): DLR DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUM- FAHRT E.V. [DE/DE]; Linder Höhe, D-51147 Köln (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KOLESNIKOV, Boris [RU/DE]; Am Steinring 54, D-38110 Braunschweig (DE). WILMES, Holger [DE/DE]; Altwiekiring 41, D-38102 Braunschweig (DE). HERRMANN, Axel [DE/DE]; Wiesengrund 8, D-31228 Peine (DE). PABSCHE, Arno [DE/DE]; Lindenstrasse 5, D-38110 Braunschweig (DE).</p> <p>(74) Anwälte: GRAMM, Werner usw.; Gramm, Lins & Partner GbR, Theodor-Heuss-Strasse 1, D-38122 Braunschweig (DE).</p>		(81) Bestimmungsstaaten: CA, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.

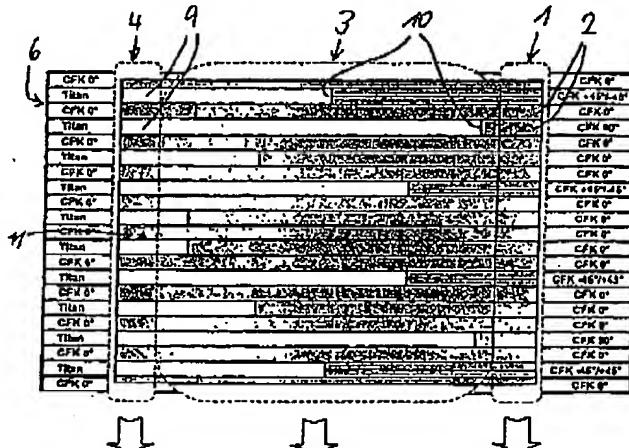
BEST AVAILABLE COPY

(54) Title: COMPOSITE MATERIAL WITH A REINFORCED CONNECTING AREA

(54) Bezeichnung: VERBUNDMATERIAL MIT EINEM VERSTÄRKTNEN VERBINDUNGSBEREICH

(57) Abstract

The invention relates to a composite material, comprising a fiber composite (1) consisting of a plurality of fiber layers (2) embedded in a polymeric matrix, some of which preferably have fiber orientations (2) differing from the fiber orientations of the other fiber layers (2), in addition to a connecting area (4) formed by a reinforcement material (9) that is highly resistant to bearing pressure, wherein a transition area (3) is formed between the fiber composite (1) and the connecting area (4), in which the fiber layers (2) meet with the reinforcement material (9) of the connecting area (4). The invention aims at providing a composite material that is highly resistant to tensile strength and bearing pressure in the connecting area (4). This is achieved in that the connecting area (4) is formed by fiber layers (9) passing from the reinforcement material through the transition area (3) into the connecting area (4) and in that non-continuous fiber layers (2) meet with the corresponding layers (9) from the reinforcement material in the transition area (3) between the continuous fiber layers (2).



(57) Zusammenfassung

Ein Verbundmaterial bestehend aus einem Faserverbund (1) einer Vielzahl von in einer Polymermatrix eingebetteten Faserschichten (2), von denen einige vorzugsweise Faserrichtungen aufweisen, die sich von Faserrichtungen anderer Faserschichten (2) unterscheiden, und einem mit einem Verstärkungsmaterial (9) mit hoher Lochleibungsfestigkeit gebildeten Verbindungsreich (4), wobei ein Übergangsbereich (3) zwischen dem Faserverbund (1) und dem Verbindungsreich (4) ausgebildet ist, in dem Faserschichten (2) auf das Verstärkungsmaterial (9) des Verbindungsreiches (4) stoßen, läßt sich mit einer hohen Gesamt-Zugfestigkeit und einer hohen Lochleibungsfestigkeit im Verbindungsreich (4) dadurch ausbilden, daß der Verbindungsreich (4) aus Schichten (9) aus dem Verstärkungsmaterial und durch den Übergangsbereich (3) in den Verbindungsreich (4) durchgehenden Faserschichten (2) gebildet ist und daß in dem Übergangsbereich (3) zwischen den durchgehenden Faserschichten (2) nicht durchgehende Faserschichten (2) auf entsprechende Schichten (9) aus dem Verstärkungsmaterial stoßen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lettland	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldan	TG	Togo
BB	Barbados	CH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mal	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Malediven	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Irland	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Uzbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NB	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun	KR	Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

WO 00/56541

PCT/DE99/00790

1

verbundmaterial mit einem verstärkten Verbindungsreich

Die Erfindung betrifft ein Verbundmaterial bestehend aus einem Faserverbund einer Vielzahl von in einer Polymermatrix eingebetteten Faserschichten, von denen einige vorzugsweise Faserrichtungen aufweisen, die sich von Faserrichtungen anderer Faserschichten unterscheiden, und einem mit einem Verstärkungsmaterial mit hoher Lochleibungsfestigkeit gebildeten Verbindungsreich, wobei ein Übergangsbereich zwischen dem Faserverbund und dem Verbindungsreich ausgebildet ist, 5 in dem Faserschichten auf das Verstärkungsmaterial des Verbindungsreichs stoßen.

Moderne Faserverbunde mit einer polymeren Matrix, beispielsweise kohlenstofffaser- oder glasfaserverstärkte Kunststoffe (CFK oder GFK), weisen hohe Zug- und Druckfestigkeiten auf. Für die hohe Zug- und Druckfestigkeit sind Faserschichten mit in Zug- und Druckrichtung liegenden Faserrichtungen verantwortlich. Es ist gebräuchlich, einen Faserverbund mit bezüglich der Längsrichtung in 0°, 90° und +/- 45° o.ä. liegenden Faserrichtungen aufzubauen. Für eine hohe Zugfestigkeit liegt der Anteil der 0°-Schichten höher als die jeweiligen Anteile der übrigen Faserschichten mit anderen Faser-richtungen.

25 In aller Regel ist es erforderlich, derartig hergestellte Faserverbundbauteile mit anderen Bauteilen gleicher Art oder anderer Art zu verbinden. Dies geschieht häufig mit Hilfe von Bolzenverbindungen. Die für eine hohe Zug- und Druckfestigkeit verantwortlichen Faserschichten in 0°-Richtung weisen aber nur eine sehr geringe Lochleibungsfestigkeit auf. Eine verbesserte Lochleibungsfestigkeit ist durch einen er-

WO 00/56541

PCT/DE99/00790

2

höhten Anteil von schräg gerichteten Faserschichten (beispielsweise $+/ - 45^\circ$, $+/ - 30^\circ$ o.ä.) zu erhalten, bei gleichem Querschnitt bzw. bei gleicher Dicke des Faserverbundes wird dadurch jedoch die Zugfestigkeit herabgesetzt.

5

Es ist daher bekannt, das Faserverbundmaterial mit einem Verbindungsbereich zu versehen, der mit einem Verstärkungsmaterial mit hoher Lochleibungsfestigkeit gebildet ist. Bekannt ist es beispielsweise, an den Faserverbund ein monolithisches oder auch geschichtetes Titanmaterial anzuschließen, wobei zur Verbesserung der Verbindung zwischen dem Faserverbund und dem Verstärkungsmaterial ein bezüglich der Schichten gestufter Anschluß hergestellt wird. Es ist daher bekannt, einen monolithischen metallischen Verbindungsbereich, beispielsweise aus Titan, an einer Anschlußkante mit jeweils gestuften Vorsprüngen zu versehen, die zur Mittelebene bezüglich der Höhe des Verbindungsbereichs symmetrisch sind, und entsprechend die Faserschichten des Faserverbunds anschließen zu lassen. Die Verbindung mit dem Faserverbund kann über die Polymermatrix oder über Klebstoffaufträge erfolgen.

Es ist ferner bekannt, den Verbindungsbereich mit metallischen Laminatschichten auszubilden, deren Dicke der Dicke der Faserschichten des Faserverbunds entspricht, so daß die abgestufte Ausbildung der Verbindung einfach zu realisieren ist.

Es ist ferner bekannt, in dem Verbindungsbereich den Verbund der Faserschichten untereinander aufzulösen und zwischen die voneinander separierten Faserschichten metallische Schichten einzuschieben, um die Lochleibungsfestigkeit zu erhöhen. Bekannt ist eine derartige Anordnung für ein Rohr aus einem Faserverbund, das im Verbindungsbereich einen konstanten Innendurchmesser, jedoch durch die eingefügten Metallschichten einen erweiterten Außendurchmesser aufweist.

WO 00/56541

PCT/DE99/00790

3

Nachteilig an der letztgenannten Lösung ist eine notwendige Asymmetrie des Verbindungsreichs gegenüber dem Faserverbund, wodurch Schwachstellen bei statischer und dynamischer Belastung produziert werden. Bei den übrigen Lösungen ist 5 die Verbindung zwischen dem Faserverbund und dem Verbindungsreich ausschließlich durch Scher- bzw. Adhäsionskräfte zwischen den Faserschichten und dem Verstärkungsmaterial bestimmt. Da derartige, auf Scherkräften beruhende Verbindungen nur eine begrenzte Zugfestigkeit aufweisen, wird 10 durch den angebrachten Verbindungsreich die erreichbare hohe Zugfestigkeit des Faserverbundes obsolet.

Der Erfindung liegt daher die Problemstellung zugrunde, ein Verbundmaterial der eingangs erwähnten Art so auszubilden, 15 daß einschließlich des Verbindungsreichs eine hohe Zugfestigkeit und im Verbindungsreich eine hohe Lochleibungsfestigkeit erreichbar ist.

Ausgehend von dieser Problemstellung ist erfindungsgemäß ein 20 Verbundmaterial der eingangs erwähnten Art dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungsreich aus Schichten aus dem Verstärkungsmaterial und durch den Übergangsbereich in den Verbindungsreich durchgehenden Faserschichten gebildet ist und daß in dem Übergangsbereich zwischen den durchgehenden 25 Faserschichten nicht durchgehende Faserschichten auf entsprechende Schichten aus dem Verstärkungsmaterial stoßen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verbundmaterial wird der Verbindungsreich somit aus durchgehenden Faserschichten des Faserverbundes gebildet, die mit Schichten des Verstärkungsmaterials kombiniert sind. Dadurch gelingt es, im Verbindungsreich eine hohe Lochleibungsfestigkeit durch das Verstärkungsmaterial und im Übergangsbereich eine hohe Zugfestigkeit durch die durchgehenden Faserschichten zu gewährleisten. 30 Daraüber hinaus kann vorzugsweise der Verbindungsreich in derselben Dicke wie der Faserverbund ausgeführt sein, so daß das Entstehen irgendwelcher Asymmetrien beim 35 Übergang vom Faserverbund zum Verbindungsreich völlig ver-

WO 00/56541

PCT/DE99/00790

4

mieden werden kann.

Besonders bevorzugt ist es für das erfindungsgemäße Verbundmaterial, wenn die Stoßstellen zwischen den nicht durchgehenden Faserschichten und den Schichten des Verstärkungsmaterials in dem Übergangsbereich versetzt angeordnet sind. Der Versatz ist dabei vorzugsweise so ausgebildet, daß ausgehend von dem Faserverbund in dem Übergangsbereich zunächst Stoßstellen zwischen zur Festigkeit des Faserverbunds gegen eine Hauptbelastung, beispielsweise gegen Zug, am wenigsten beitragende Faserschichten (bei Zugbelastung die 90°-Schicht) und dem Verstärkungsmaterial ausgebildet sind und in Richtung auf den Verbindungsbereich Stoßstellen für Faserschichten mit zunehmender Bedeutung für die Festigkeit versetzt folgen. Ist beispielsweise eine hohe Zugfestigkeit relevant, bedeutet dies, daß zunächst Stoßstellen für die 90°-Schichten ausgebildet werden und daß anschließend Stoßstellen für beispielsweise +/- 45°-Schichten folgen und schließlich als letztes Stoßstellen zwischen 0°-Schichten und dem Verstärkungsmaterial gebildet sind. Dabei können auch innerhalb der einzelnen Gruppen der Stoßstellen nochmals Stufungen realisiert sein.

Besonders zweckmäßig ist es für das erfindungsgemäße Verbundmaterial, wenn die Faserschichten des Faserverbunds symmetrisch zur Mittelebene der Dicke des Faserverbunds angeordnet sind und wenn dann in dem Übergangsbereich die Stoßstellen ebenfalls jeweils symmetrisch zur Mittelebene der Dicke des Faserverbundes liegen. Auf diese Weise lässt sich eine Symmetrie auch bezüglich der Faserschichten über die Dicke des Faserverbundes bis in den Verbindungsbereich hin realisieren.

Im Verbindungsbereich sind vorzugsweise abwechselnd die durchgehenden Faserschichten und die Schichten aus dem Verstärkungsmaterial geschichtet. Auf diese Weise bleibt die gewünschte Symmetrie erhalten und es wird eine hohe Lochleibungsfestigkeit bei einer auch im Übergangsbereich verblei-

WO 00/56541

PCT/DE99/00790

5

benden hohen Festigkeit gegen die Hauptbelastung des Faser-verbundes (insbesondere Zugfestigkeit) erreicht. Zweckmäßigerweise weisen die Faserschichten und die Schichten aus dem Verstärkungsmaterial alle eine gleiche Schichtdicke auf.

5

Die Schichtdicke der Faserschichten und der Schichten des vorzugsweise metallischen (Titan-) Verstärkungsmaterials liegt vorzugsweise zwischen 0,2 und 1 mm.

10

Aus den obigen Erläuterungen ergibt sich, daß zweckmäßigerweise diejenigen Faserschichten bis in den Verbindungsbe-reich durchgehen, die im Hinblick auf die Hauptbelastung des Faserverbundes am festesten sind. Die Hauptbelastung wird im allgemeinen eine Zugbelastung sein, so daß die durchgehenden Schichten im allgemeinen eine 0°-Faserrichtung aufweisen werden.

15

Bei der Verwendung von schrägen Faserrichtungen, insbesonde-re in einer 45°-Orientierung, ist es zweckmäßig, jeweils eine Faserschicht der Orientierung $+α$ ($0° < α < 90°$) jeweils unmittelbar an einer Faserschicht der Orientierung $-α$ an- liegen zu lassen und so auszubilden, daß beide Faserschich-ten zusammen die Dicke einer 0°- oder 90°-Schicht aufweisen. Auch diese Anordnung dient der Erhaltung einer möglichst perfekten Ausgewogenheit des Faserverbundes bezüglich seiner Mittelebene.

20

Das erfindungsgemäße Verbundmaterial ist insbesondere für hochfeste Verbindungsanordnungen eines Flugzeuges geeignet, beispielsweise zur optimierten Kopplung von Stringern an einem Flügel.

25

30

35

WO 00/56541

PCT/DE99/00790

6

Die Erfindung soll im folgenden anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Es zeigen:

5 **Figur 1** - schematisch einen Schnitt durch ein Verbundmaterial mit einem Verbindungsreich zur Herstellung einer Verbindung zu einem anschließenden Verbundmaterial gleicher Art

10 **Figur 2** - einen Flugzeugflügel mit Stringern aus dem Verbundmaterial gemäß Figur 1

15 **Figur 3** - eine vergrößerte Darstellung des Übergangsreichs zwischen dem Faserverbund und dem Verbindungsreich

20 **Figur 4** - eine detaillierte, weiter vergrößerte Darstellung des Übergangsreichs

25 **Figur 5** - eine Graphik zur Darstellung von Zugfestigkeits- und Lochleibungsfestigkeitswerten für die beim Verbundmaterial verwendeten Materialien

30 **Figur 6** - eine graphische Darstellung von Anschlußzugfestigkeitswerten für den erfindungsgemäßen Übergangsreich im Vergleich zu zwei herkömmlich ausgebildeten Übergangsreichen.

35 Figur 1 läßt einen Faserverbund 1 mit zahlreichen aufeinanderliegenden Faserschichten 2 erkennen. Über einen Übergangsreich 3 geht der Faserverbund 1 in einen Verbindungsreich 4 über, in dem durch den Übergangsreich 3 hindurchgehende Faserschichten 2 abwechselnd mit Metallschichten 5 ein Faser-Metall-Laminat 6 bilden. Der Verbindungsreich 4 des Verbundmaterials wird zur Herstel-

WO 00/36541

PCT/DE99/00790

7

lung einer Verbindung mit einem Verbindungsreich 4 eines zur Verlängerung angesetzten Verbundmaterials auf beiden Seiten von Laschen 7 begrenzt, die ebenfalls als Faser-Metall-Laminat 6 ausgebildet sind. Im Verbindungsreich 4 ist das Verbundmaterial mit den Laschen 7 durch Bolzenverbindungen 8 verbunden. Da sich die Laschen 7 durchgehend in den Verbindungsreich 4 des anschließenden Verbundmaterials erstrecken, und mit dem Verbindungsreich 4 des benachbarten Verbundmaterials ebenfalls durch Bolzenverbindungen 8 verbunden sind, ergibt sich eine Verbindung zwischen den aneinander anschließenden Verbundmaterialien über die Laschen 7.

Figur 4 verdeutlicht den Aufbau des Übergangsbereichs 3 zwischen dem Faserverbund 1 und dem Verbindungsreich 4.

Der Faserverbund 1 besteht aus Faserschichten 2. Der Faserverbund 1 ist hier ein 70/20/10-Faserverbund. Demzufolge besteht er aus 70 % mit der Faserrichtung 0°, 20 % mit der Orientierung +/- 45° und 10 % mit der Orientierung 90°.

Die Faserschichten 2 mit der Orientierung +/- 45° liegen unmittelbar aufeinander und weisen jeweils nur die halbe Schichtdicke der übrigen Faserschichten 2 auf, so daß sie zusammen eine Faserschicht 2 mit der Schichtdicke der übrigen Faserschichten 2 bilden.

Figur 4 läßt erkennen, daß jeweils jede zweite Faserschicht 2 des Faserverbunds 1 einen 0°-Schicht ist und durch den Übergangsbereich 3 in den Verbindungsreich 4 durchgehend ausgebildet ist. Im Verbindungsreich 4 sind die zwischen den 0°-Faserschichten 2 liegenden Zwischenräume durch Schichten 9 aus einem Verstärkungsmaterial, hier eine Titanlegierung, ausgefüllt, so daß im Verbindungsreich 4 das regelmäßige Faser-Metall-Laminat 6 gebildet ist.

Die Schichten 9 aus dem Verstärkungsmaterial erstrecken sich unterschiedlich weit in den Übergangsbereich 3 in Richtung Faserverbund 1 hinein und bilden dort Stoßstellen 10 mit

WO 00/56541

PCT/DE99/00790

8

nicht durchgehenden Faserschichten 2. Die Stoßstellen 10 sind nicht alle auf derselben Höhe in Längsrichtung sondern gesetzt angeordnet.

5 Ausgehend von dem Faserverbund 1 enden die beiden 90°-Faserschichten 2 zuerst und bilden erste Stoßstellen 10 aus.

10 Es folgen zwei Stoßstellen 10 der +45°/-45°-Faserschichten 2, die zwei weitere Stoßstellen 10 auf gleicher Höhe bilden.

15 Die beiden übrigen +45/-45°-Faserschichten, die weiter außen liegen, bilden eine dritte Höhe von Stoßstellen 10. Es folgen dann mit Abstand zwei Stoßstellen 10 zwischen zwei 0°-Faserschichten 2 und den Schichten 9 aus dem Verstärkungsmaterial und mit weiterem Abstand zwei weitere Stoßstellen 10.

20 Die Anordnung der Faserschichten 2 ist so erfolgt, daß eine 0°-Faserschicht 2 eine Mittelebene 11 des Verbundmaterials bildet. Um für eine vorgegebene Dicke des Fasverbundes 1 unter Erhaltung der Symmetrie die gewünschte 70/20/10 Zusammensetzung realisieren zu können, sind die beiden Faserschichten 2 an der Oberfläche (am Rand) durch 0°-Schichten halber Dicke gebildet.

25 Figur 5 zeigt im Vergleich Werte für die Zugfestigkeit und die Lochleibungsfestigkeit von reinen Titanschichten 9, von dem Faserverbund 1 aus CFK 70/20/10 und von dem erfindungsgemäßen Aufbau des Verbindungsbereichs 4 mit 0°-Faserschichten 2 (CFK UD) und Titanschichten 9 in dem Aufbau gemäß Figur 4.

30 Die Lochleibungsfestigkeit der üblicherweise verwendeten Titanlegierungen ist am höchsten und wäre für den reinen Faserverbund 1 extrem niedrig, so daß die Ausbildung einer Bolzenverbindung 8 mit dem reinen Faserverbund 1 nicht sinnvoll möglich wäre. Hingegen weist der Faserverbund 1 eine hohe Zugfestigkeit auf, die wesentlich höher ist als die

WO 00/56541

PCT/DE99/00790

9

5 Zugfestigkeit der Titanlegierung. Das Faser-Metall-Laminat 6 im Verbindungsreich 4 weist eine gegenüber der Lochleibungsfestigkeit der Titanlegierung nur geringfügig verminderte Lochleibungsfestigkeit auf, während die Zugfestigkeit des Laminats 6 praktisch gleich hoch ist wie bei dem reinen Faserverbund 1.

10 Der erfindungsgemäß ausgebildete Verbindungsreich 4 erfüllt somit die Forderungen nach einer hohen Zugfestigkeit und einer hohen Lochleibungsfestigkeit.

15 Angesichts dieses Ergebnisses bleibt noch zu untersuchen, ob die hohe Zugfestigkeit des Faserverbunds 1 und des Verbindungsreichs 4 auch über den Übergangsbereich 3 erhalten bleibt.

20 Figur 6 zeigt, daß in dem erfindungsgemäß ausgebildeten Übergangsbereich 3 erwartungsgemäß eine etwas verringerte Zugfestigkeit erreicht wird. Diese liegt aber größtenteils im Bereich der Zugfestigkeit des Faserverbunds 1 und des Verbindungsreichs 4.

25 Dies galt jedoch nicht für herkömmliche Lösungen.

30 In Figur 6 ist ein Übergangsbereich 103 dargestellt, in dem nach einer bekannten Lösung eine monolithische Titanblech 110 mit einem abgestuften Ende versehen ist, an das sich Faserschichten 102 abgestuft anschließen. Die Anschlußzugfestigkeit dieser Lösung ist weniger als halb so groß wie bei dem erfindungsgemäßen Übergangsbereich 3.

35 Eine andere in Figur 6 skizzierte bekannte Lösung sieht einen Faserverbund aus Borfaserschichten 102 vor, die Stoßstellen mit Stahlfolien 109 bilden. Die Stahlfolien 109 sind durch Klebschichten 111 miteinander verbunden. Die Anschlußzugfestigkeit eines derartigen Übergangsbereichs 113 ist, wie die Graphik verdeutlicht, etwas höher als beim Übergangsbereich 103, beträgt jedoch nur etwa 60 % der Anschluß-

WO 00/56541

PCT/DE99/00790

10

festigkeit des erfindungsgemäßen Übergangsbereichs 3.

Das erfindungsgemäße Verbundmaterial vereinigt somit hohe Zugfestigkeitswerte, auch im Übergangsbereich 3, mit hohen 5 Lochleibungsfestigkeiten im Verbindlungsbereich 4.

10

15

20

25

30

35

WO 00/56541

PCT/DE99/00790

11

Ansprüche

5

1. Verbundmaterial bestehend aus einem Faserverbund (1) einer Vielzahl von in einer Polymermatrix eingebetteten Faserschichten (2), von denen einige vorzugsweise Faserrichtungen aufweisen, die sich von Faserrichtungen anderer Faserschichten (2) unterscheiden, und einem mit einem Verstärkungsmaterial (9) mit hoher Lochleibungsfestigkeit gebildeten Verbindungsbereich (4), wobei ein Übergangsbereich (3) zwischen dem Faserverbund (1) und dem Verbindungsbereich (4) ausgebildet ist, in dem Faserschichten (2) auf das Verstärkungsmaterial (9) des Verbindungsbereichs (4) stoßen, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungsbereich (4) aus Schichten (9) aus dem Verstärkungsmaterial und durch den Übergangsbereich (3) in den Verbindungsbereich (4) durchgehenden Faserschichten (2) gebildet ist und daß in dem Übergangsbereich (3) zwischen den durchgehenden Faserschichten (2) nicht durchgehende Faserschichten (2) auf entsprechende Schichten (9) aus dem Verstärkungsmaterial stoßen.
2. Verbundmaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stoßstellen (10) zwischen den nicht durchgehenden Faserschichten (2) und den Schichten (9) des Verstärkungsmaterials in dem Übergangsbereich (3) versetzt angeordnet sind.
3. Verbundmaterial nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von dem Faserverbund (1) in dem Übergangsbereich (3) zunächst Stoßstellen (10) zwischen zur Festigkeit des Faserverbundes (1) gegen eine Hauptbelastung am wenigsten beitragenden Faserschichten (2) und dem Verstärkungsmaterial (9) ausgebildet sind und in

WO 00/56541

PCT/DE99/00790

12

Richtung auf den Verbindungsreich (4) Stoßstellen (10) für Faserschichten (2) mit zunehmender Bedeutung für die Festigkeit versetzt folgen.

5 4. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserschichten (2) des Faserverbundes (1) symmetrisch zur Mittelebene (11) der Dicke des Faserverbundes (1) angeordnet sind.

10 5. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stoßstellen (1) jeweils symmetrisch zur Mittelebene (11) der Dicke des Faserverbundes (1) angeordnet sind.

15 6. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Verbindungsreich (4) abwechselnd die durchgehenden Faserschichten (2) und die Schichten (9) aus dem Verstärkungsmaterial geschichtet sind.

20 7. Verbundmaterial nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserschichten (2) und die Schichten (9) aus dem Verstärkungsmaterial alle eine gleiche Schichtdicke aufweisen.

25 8. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die durchgehenden Faserschichten (2) durch im Hinblick auf eine Zugbelastung feste Faserschichten gebildet sind.

30 9. Verbundmaterial nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die durchgehenden Faserschichten (2) mit einer bezüglich der Zugbelastung eine 0°-Richtung aufweisenden Faserrichtung gebildet sind.

35 10. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Faserverbund (1) ein Anteil von Schichten (2) mit einer 90°-Faserrichtung

WO 00/36541

PCT/DE99/00790

13

vorgesehen ist.

5 11. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 10, da-
durch gekennzeichnet, daß in dem Faserverbund (1) ein
Anteil von Schichten (2) mit einer Faserrichtung von
+/-45° vorgesehen ist.

10 12. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 11, da-
durch gekennzeichnet, daß Faserschichten (2) mit einer
schrägen Faserorientierung (α) jeweils unmittelbar an
einer Faserschicht (2) der zur Längsrichtung spiegel-
symmetrischen Orientierung (- α) anliegen und daß beide
Faserschichten (2) zusammen die Dicke einer 0°- oder
90°-Schicht aufweisen.

15 13. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 12, da-
durch gekennzeichnet, daß das Verstärkungsmaterial
durch Metallschichten gebildet ist.

20 14. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 13, ge-
kennzeichnet, durch eine Schichtdicke der Faserschich-
ten (2) und Schichten (9) aus dem Verstärkungsmaterial
zwischen 0,2 und 1 mm.

25

30

35

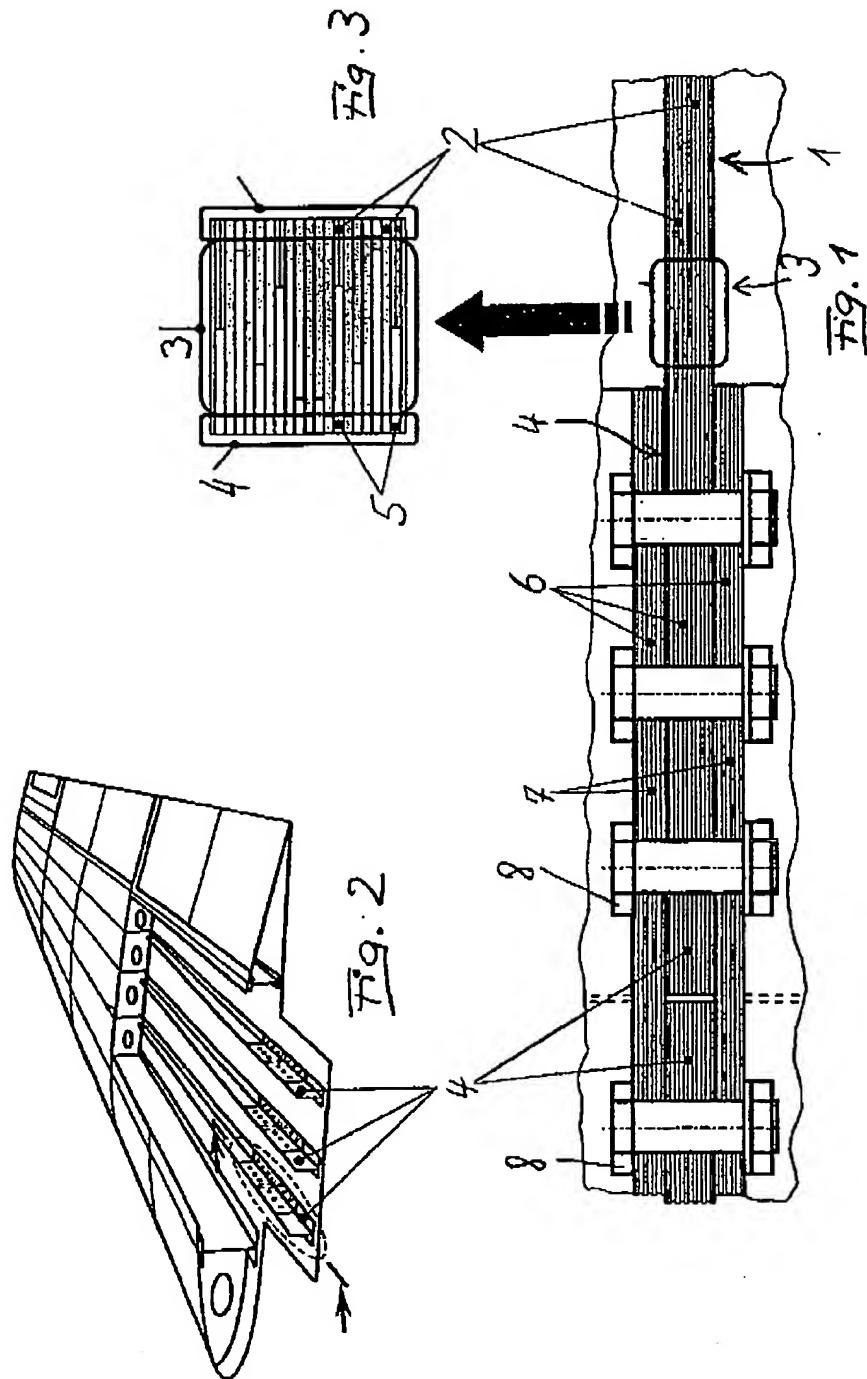
40

45

WO 00/56541

PCT/DE99/00790

1/4



WO 00/56541

PCT/DE99/00790

2/4

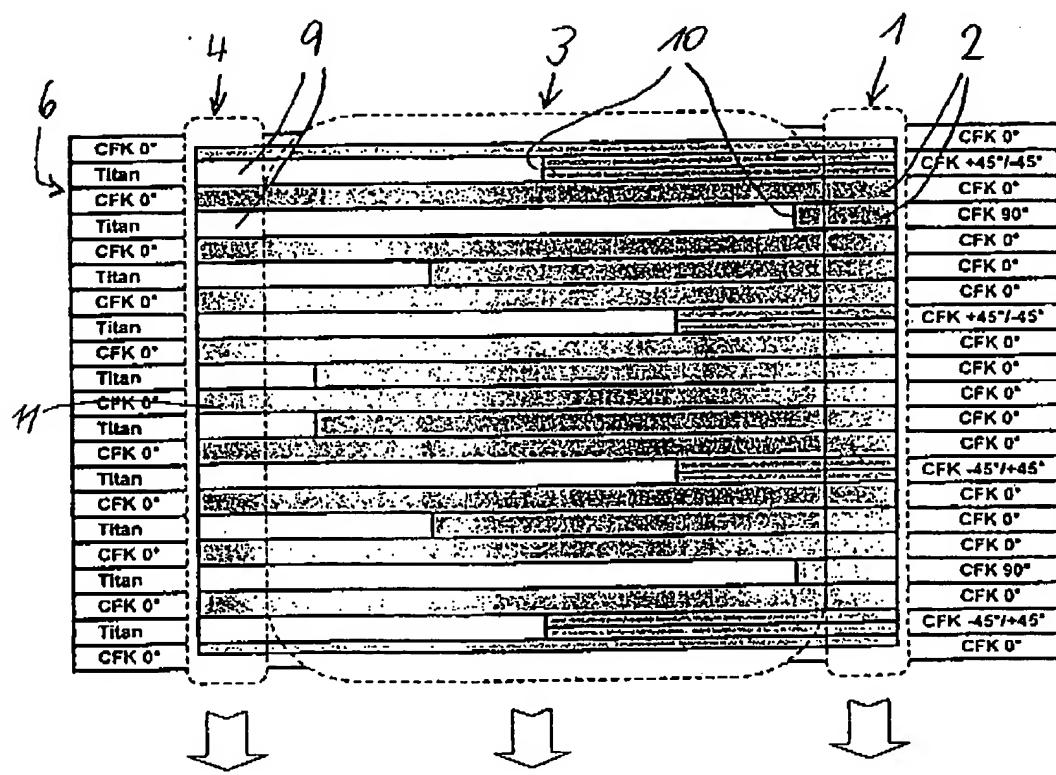


Fig. 4

WO 00/56541

PCT/DE99/00790

3/4

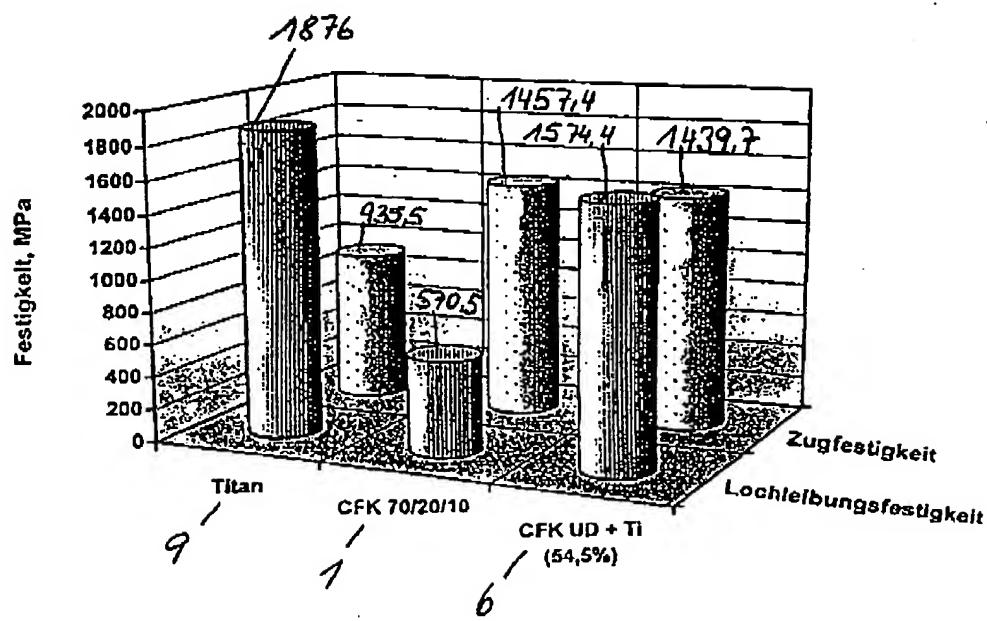


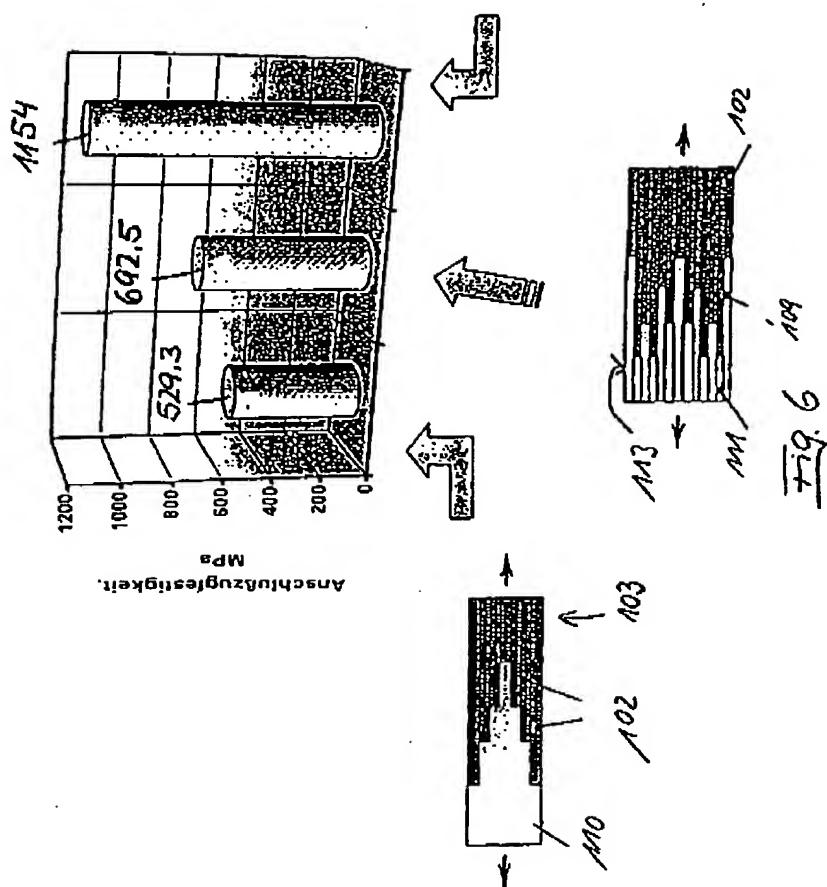
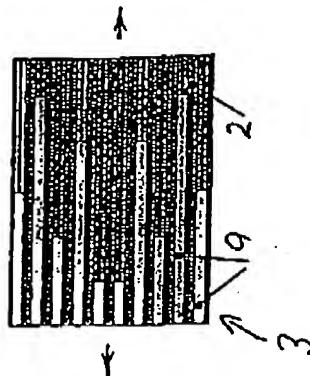
Fig. 5

ERSATZBLATT (REGEL 26)

WO 00/56541

PCT/DE99/00790

4/4



ERSATZBLATT (REGEL 26)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Search Application No
PCT/DE 99/00790

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B32B15/08 B32B5/08 B32B3/18 B64C1/12 B64C1/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B32B B29C B64C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 783 960 A (BOEING CO) 16 July 1997 (1997-07-16) abstract; figures column 15, line 48 -column 16, line 8	1,6-13
A	US 3 758 234 A (GOODWIN J) 11 September 1973 (1973-09-11) the whole document	1
A	US 3 883 267 A (BAUDIER CLAUDE PAUL ET AL) 13 May 1975 (1975-05-13) the whole document	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- 'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- 'E' earlier document but published on or after the International filing date
- 'L' document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- 'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- 'P' document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- 'T' later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- 'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- 'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- 'A' document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

20 December 1999

Date of mailing of the International search report

12/01/2000

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.O. Box 5815 Patenten 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Fax. 31 851 800 01
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pamies Olie, S

Form PCT/ISA/210 (second sheet) July 1992

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. and Application No
PCT/DE 99/00790

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0783960 A	16-07-1997	US JP	5866272 A 9193296 A	02-02-1999 29-07-1997
US 3758234 A	11-09-1973	DE FR GB	1953209 A 2021250 A 1186486 A	21-05-1970 17-07-1970 02-04-1970
US 3883267 A	13-05-1975	FR DE GB	2195255 A 2339468 A 1433519 A	01-03-1974 14-02-1974 28-04-1976

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1997)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 99/00790

A. KLASSEIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B32B15/08 B32B5/08 B32B3/18 B64C1/12 B64C1/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestpräzisierung (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)
IPK 7 B32B B29C B64C

Recherchierte aber nicht zum Mindestpräzisierung gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENDE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 783 960 A (BOEING CO) 16. Juli 1997 (1997-07-16) Zusammenfassung; Abbildungen Spalte 15, Zeile 48 – Spalte 16, Zeile 8	1,6-13
A	US 3 758 234 A (GOODWIN J) 11. September 1973 (1973-09-11) das ganze Dokument	1
A	US 3 883 267 A (BAUDIER CLAUDE PAUL ET AL) 13. Mai 1975 (1975-05-13) das ganze Dokument	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Bezeichnung Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" Anderes Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"T" Veröffentlichung, die gestaltet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgedünkt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"S" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendetermin des Internationalen Recherchenberichts

20. Dezember 1999

12/01/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchebehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentamt 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo.ni,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pamies Olie, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 99/00790

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0783960 A	16-07-1997	US 5866272 A		02-02-1999
		JP 9193296 A		29-07-1997
US 3758234 A	11-09-1973	DE 1953209 A		21-05-1970
		FR 2021250 A		17-07-1970
		GB 1186486 A		02-04-1970
US 3883267 A	13-05-1975	FR 2195255 A		01-03-1974
		DE 2339468 A		14-02-1974
		GB 1433519 A		28-04-1976

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (u.ä. 1992)

04/11/2005

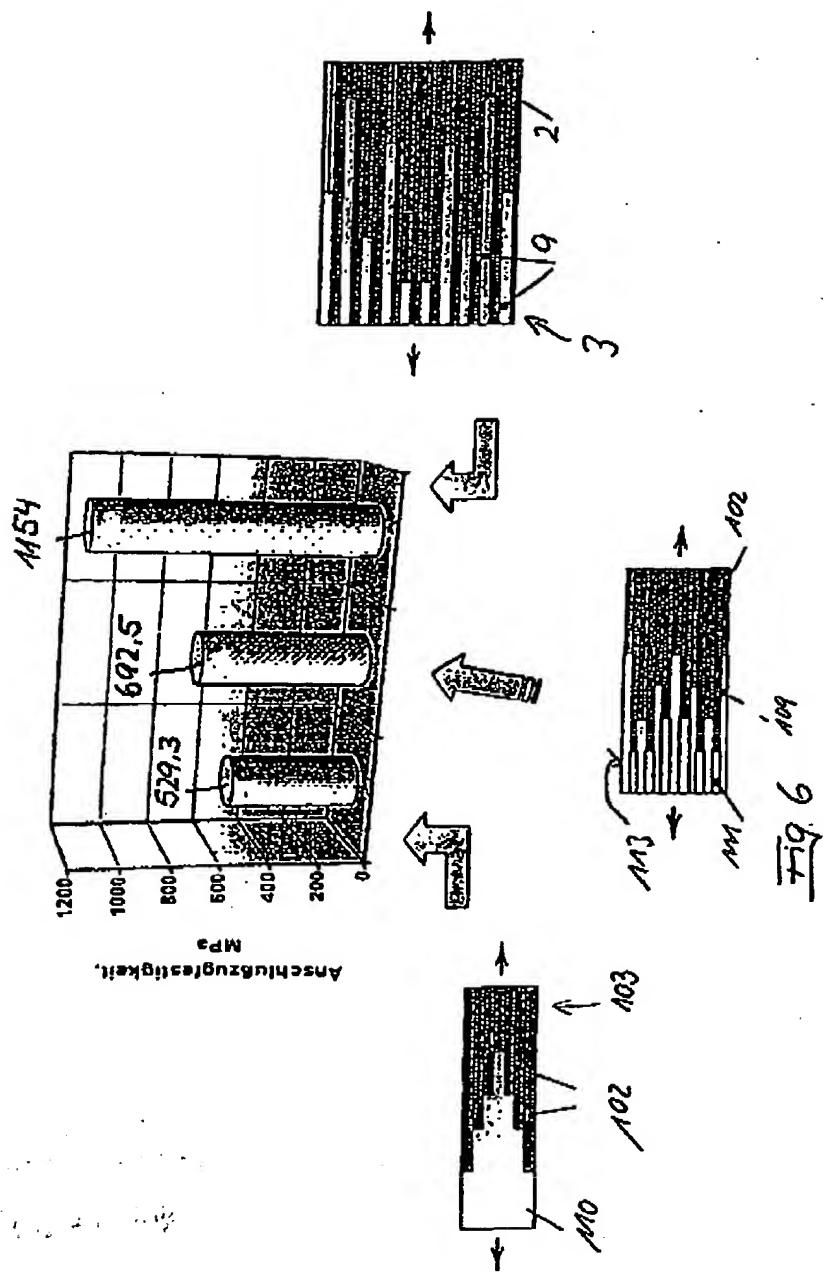
20:10

DLR TM KP 02203 695689 → 0015712738300

NUM951

D34

EP 1 082 217 B1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.